

行政情報

i-Construction に関する取り組み

国総研における ICT 活用工事実現・普及に向けた取り組み

小 塚 清・大 槻 崇

国土技術政策総合研究所では、かねてより情報化施工に関する研究を進めてきている。その成果は、i-Construction における ICT の全面的な活用において、平成 27 年度に ICT 活用工事の出来形管理要領、監督・検査要領のとりまとめに、反映されたところである。i-Construction は、ICT の導入、コンクリートの規格化、工期の効率化などを通して、建設生産性を向上するという幅広い概念を示すが、本稿においては、その一部である「ICT を活用した生産性の向上」やその深化に向けた当研究所の取り組み状況等を中心に紹介する。

キーワード：情報化施工、3 次元設計データ、点群データ、出来形管理、AI

1. はじめに

我が国において生産年齢人口が減少することが予想されている状況下において、経済成長を続けるためには、生産性向上は避けられない課題である。国土交通省においては、建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す新しい取り組みである i-Construction を進めることとされた。調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて抜本的に生産性を向上させることにより、建設現場における一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善し建設現場に携わる人の賃金の水準の向上や安全性の確保を図ることが狙いである。本稿では i-Construction のトップランナー施策とされる「ICT 活用工事」、「コンクリート工の規格の標準化」、「施工時期の標準化」のうち、「ICT 活用工事」に関し、国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という）として進めてきた研究成果の概要及び今後の取り組みを中心に紹介する。

2. i-Construction に関するこれまでの研究成果

(1) i-Construction スタート以前の研究経緯（図－1 参照）

国総研では、H13 年度の発足以来、「建設生産プロセス全体の高度化」を目的に、測量・施工分野における民間レベル中心の新技术の展開等を見据え、測量・設計・施工段階で 3 次元データを有効活用する「情報

化施工」等の政策を先導する研究へ、国立研究開発法人 土木研究所と共に、継続的に取り組んできた。国土交通省の研究機関における、建設技術の ICT による高度化は、古くは昭和 58 年からはじまった、レーザー光を利用したブルドーザのハイド版制御技術の開発などの、数次の総合技術開発プロジェクト等により進められてきた。その多くは、機械による施工が古くから進んでいた「土工」を中心に行われてきた。

まず国総研では、「情報化施工」全体のコンセプト・システムの検討を進め、現在の ICT 活用工事の一般的手順である「3 次元起工測量→3 次元設計データ→情報化施工→3 次元出来形測量→出来形管理・検査」の一連のプロセスを、平成 14 年度に整理・提案した。引き続き、情報化施工に用いられる 3 次元設計データが広く活用出来るよう、また、国土交通省発注工事における土工の出来形管理に活用できるよう、出来形管理に用いる施工管理データ交換標準の素案として、平成 19 年度までにとりまとめた。

平成 20 年 7 月に国土交通省にて策定の「情報化施工推進戦略」を受け、ここでの成果をもとに、実際の工事現場における出来形管理、監督検査へ ICT 技術をダイレクトに活用できるよう、3 次元設計データを用いた出来形管理要領、監督・検査要領の素案を、平成 23 年度までに作成した。

その後、国土交通省において、平成 27 年 11 月に、国土交通大臣の発表により「i-Construction」のスタートが切られ、翌年 3 月に、i-Construction の 3 本柱の 1 つである「ICT 活用工事（土工）」に関する 15 の基



図ー1 「国総研の情報化施工に関する研究成果」と「i-Construction」のスタート

準類が公表されたところであるが、これらの基準類の多くは、国総研において、上述したプロセスにより長年蓄積された研究成果がベースとなったものとなっている。

(2) i-Construction スタート以後、現在までの取り組み

前述の通り、平成28年度より、ICT活用工事が本格的にスタートを切ったところである。ICT活用工事の普及とともに、工事の実施過程で施工ノウハウ・ニーズ等が蓄積され、それらの課題への対応として、建機メーカー、計測機メーカー等を中心に、民間レベルにおける情報化施工や計測技術の開発が加速されてきた。同時に、これらの技術開発成果を踏まえた基準

類の作成が求められてきたところである。また、現場においてICT活用工事を円滑に実施するにあたっての課題が顕在化してきたため、これらの課題への対応が求められる状況となってきた。

これらの状況に対応し、国総研においては、以下の研究を進めてきた。いずれの項目についても、実際に施工されている現場や試験フィールドにおいて計測を実施しデータを解析するとともに、現場の受発注者へのヒアリング等により生産性向上のためのノウハウ、意見等に関する情報収集を行った。これらの成果を、毎年、出来形管理基準等の各種基準類へ反映してきたところである。

表ー1に、i-Construction スタート以降の出来形管理に関する基準の変遷をまとめた。

表ー1 ICT活用工事に関係する出来形管理要領の策定・改定の経緯

工種	現行要領名（出来形管理関係）	H28年度	H29年度	H30年度
土工	空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）	新規策定	改定	改定
	地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）	新規策定	改定	改定
	TS等光波方式を用いた出来形管理要領（土工編）（案）		新規策定	改定
	TS（ノンプリ）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）		新規策定	改定
	RTK-GNSSを用いた出来形管理要領（土工編）（案）（案）		新規策定	改定
	無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）		新規策定	改定
	TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領		改定	
	地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）			新規策定
舗装	地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）		新規策定	改定
	TS等光波方式を用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）		新規策定	改定
	TS（ノンプリ）を用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）			新規策定
	地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）			新規策定
河川 浚渫	音響測深機器を用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）			新規策定
	施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）			新規策定

注）「改定」には名称変更を含む

① ICT 活用工事の工種拡大へ対応した出来形管理要領等の技術基準案の作成

既に相当程度 ICT 活用工事が増加してきた土工のほか、工事現場において、先進的に情報化施工が取り組まれている舗装工事、河川浚渫工事を対象に、レーザースキャナ等により取得する点群データや、ICT 建設機械の施工履歴（刃先位置）等、面的に取得したデータを出来形管理に活用出来るよう、ICT 活用工事の「3 次元起工測量、3 次元設計データ、情報化施工、3 次元出来形測量、出来形管理・検査」それぞれのプロセスにおいて、具体的な方法を要領として新たに整理するとともに、従来の管理断面による基準値と同等の成果品質が得られるよう、出来形管理基準値の設定を行った。

② 民間レベルにおける新たな開発技術が実際の工事現場へ実用化可能となるような出来形管理要領等の技術基準案の作成

ICT 活用工事の普及に伴い、民間レベルにおいて、移動体搭載型レーザースキャナ、レーザースキャナ搭載型の UAV、望遠鏡が搭載されていないトータルステーションなどが、新たに商品化されるとともに、計測精度の向上、計測時間の短縮などの技術開発が進められているところである。これらの技術のうち、出来形管理において要求される精度へ対応可能なものについて、計測機器メーカー等から情報収集の上、実際の工事現場で円滑に出来形管理が実施できるよう、出来形管理要領の案を作成した。

③ ICT 活用工事の現場生産性をより向上させるような施工計画、施工マネジメント手法等のノウハウ開発・提案

実際の工事においては、現場条件、施工条件、工程

管理方法などが千差万別であり、ICT 活用工事の生産性をより向上させるためには、それらの諸条件に応じた、施工計画、工程管理、土量の管理方法などの施工マネジメントを適切に実施する必要がある。

この手法を確立するため、国土交通省直轄の ICT 活用工事や、国土交通省が実施している地方自治体への展開促進事業などを通して、情報収集を行い、ノウハウを蓄積の上、ICT を効率的に活用するための方法を提案している。

(3) 今後の取り組み方針

平成 30 年 7 月に開催された ICT 導入協議会において、国土交通省として、「ICT の全面的活用を推進する取組み」として今後以下を推進することとしている。

○ ICT 施工の工種拡大（ICT 地盤改良工、ICT 舗装工（修繕工））（道路工事のイメージを図—2 に示した）

○ ICT を活用した施工管理、出来高、出来形管理の効率化

- ・ 施工履歴データの活用拡大（ICT 地盤改良工、ICT 舗装工（修繕工））
- ・ 点群データの活用拡大（付帯構造物、法面工）
- ・ 通信を介した遠隔地での施工管理による効率化に新たに取組む

これらの取り組みを実現するため、試行現場における計測データの収集分析、関係者へのヒアリング等を進めていく予定である。

同時に、現行要領の課題や新たな技術についての情報収集を引き続き進め、要領案の作成、改善を図るとともに、生産性向上に資するノウハウの蓄積を進め、事例集としてとりまとめる予定である。



図—2 ICT の全面的活用を実現する工種拡大イメージ（道路工事の例）

3. AI やロボット技術の展開による更なる施工の高度化

本稿の最後に、前述の i-Construction の推進に係る活動と並行して進められている、内閣府が事務局をつとめる“官民研究開発投資拡大プロジェクト (PRISM: Public/Private R&D Investment Strategic Expansion Program)” とその中で推進されている建設生産性向上に向けた AI 活用の動きについて触れたい。

(1) PRISM の全体像と建設分野における取り組み

① PRISM とは

政府では、安倍総理が議長をつとめる「総合科学技術・イノベーション会議」において、“GDP600兆円経済の実現に向け、成長のエンジンである科学技術イノベーションの活性化を図る”ことを目指し、「経済社会・科学技術イノベーション活性化委員会」が平成28年6月に設置され、同年12月に最終報告として「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ〈最終報告〉」をとりまとめられた。

対GDP比1%の政府研究開発投資の達成と共に、民間投資の3倍増を目指すとした目標の実現に向けて、総合科学技術・イノベーション会議の久間和生会長（当時）をはじめとする民間有識者において「官民で民間投資誘発効果の高いターゲット領域」の検討が重ねられ、図—3に示される全体俯瞰図が設定された。

②建設分野における PRISM

このうち、産業界及び関係省庁との平成30年度における連携促進が望まれる領域の一つとして、“革新的建設・インフラ維持管理／革新的防災・減災技術”が設定された。

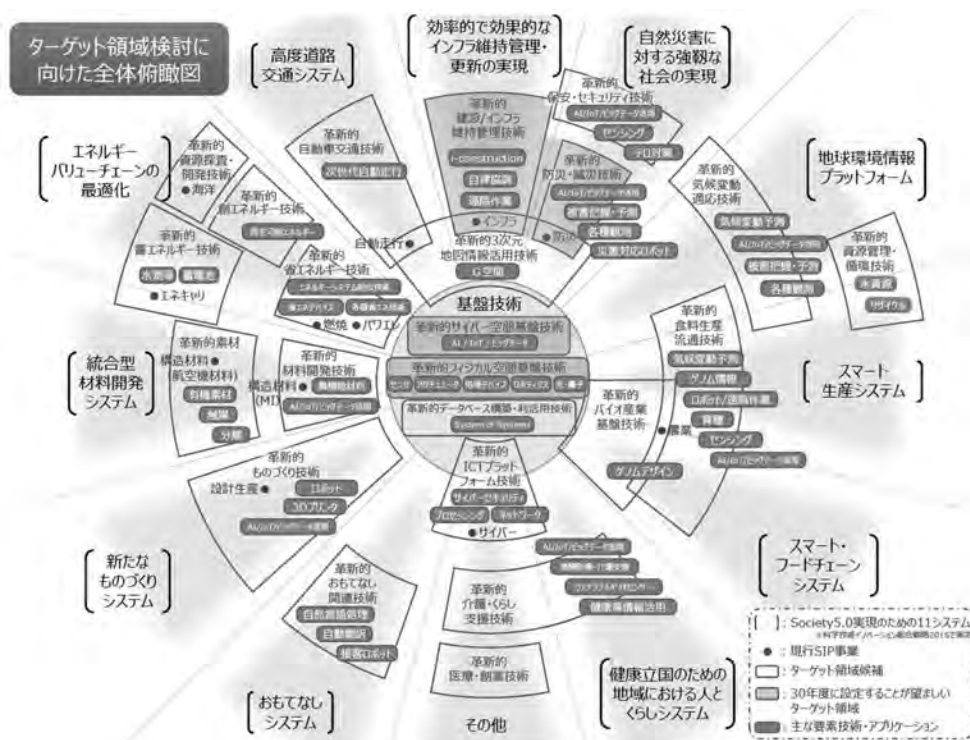
当該分野の推進においては、民間公募から、鹿島建設㈱の代表取締役副社長であり、(公財)土木学会の前会長である田代民治氏が領域統括に選任され、平成30年7月には、「無人化工事現場実現に向けた建機の自動制御・群制御、施工データの3D化及び同データに基づく検査技術開発」などの推進に向けて、平成30年度のPRISM予算100億円のうち、国土交通省には29億円の配分がなされたところである。

当該研究開発においては、建設現場からデジタルデータをリアルタイムに取得し、これを活用したIoT・AIをはじめとする新技術を試行する実工事の民間プロジェクトを公募して補助する取り組みや、調査・測量・設計から施工、検査、維持管理まで3次元データをインデックスとしてデジタル化されたデータを一元管理する為のインフラデータプラットフォームの構築等に関する研究が進められている。

(2) 建設施工における PRISM に関する取り組み

①主として民間の開発により実現が期待される施工高度化技術

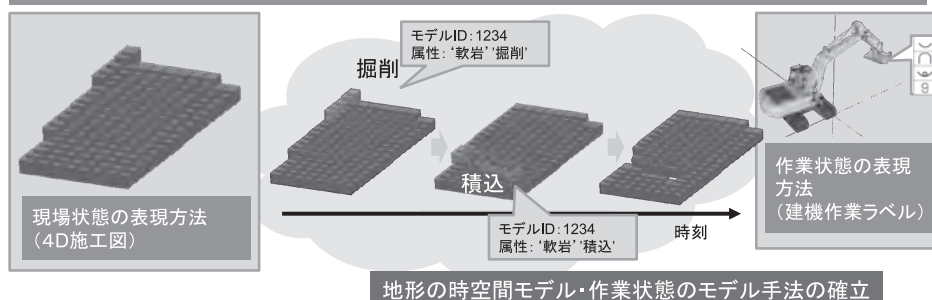
主に建設施工分野における PRISM では、「3D・4D



図—3 PRISMにおけるターゲット領域の全体俯瞰図

【産官が連携してモデル標準等環境整備を行い、民が主体的開発・活用を実施】

実際の工事で作業状態を収集・分析し、バーチャルな施工モデル空間（施工現場デジタルツイン）上で再現可能に



図—4 自律施工 AI 開発に関する環境整備

施工データの自動取得及び AI を活用したこれらのデータ分析による施工の合理化・自動化技術」の開発に向けて、民間の投資を拡大するための、環境整備に取り組むこととしている。

この環境整備の取り組みの前提として、以下の3つの技術が想定されている。

- ・バーチャルでの施工指示（人の意図の伝達）
- ・AI 建機を群制御する施工マネジメント
- ・AI 搭載建機による自律施工（無人現場）の実現

これらは既に、先進的な現場においては、そのプロトタイプが、建設会社、測量機器メーカー、建設機械メーカー、建設機械レンタル会社などの関係者にて試行が進みつつある。

②建設施工支援 AI の開発に向けた懸念とそれに対する取り組み

一方で、これらの技術の研究開発において、AI の活用を模索する場合、膨大な施工現場のデータの蓄積

が必要となることが予想され、その必要なデータ量が個別の企業において十分な蓄積がなされるかは未知である。この状況のもと、中長期的なデータの蓄積とその活用環境を整えるべく、工程進捗データなどのモデル標準（案）の検討に取り組むのが、ここで言う環境整備である（図—4）。

国総研では、平成30年度から、工程進捗を記録できる測器や建機メーカーの各種システムを用いた施工現場の実データの試行収集や、土工等の現場において用いられている施工指示の検討に必要なデータの実態調査に取り組み、収集・蓄積すべきデータの項目や取得頻度、密度、精度などについて検討を進めているところである（図—5）。

③AI と人間の協力により実現が期待される建設現場の未来像

一方で、この取り組みにより、施工現場の状況が効率的に把握・蓄積されていくことで、より早期にその

平成30年度官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)

国土交通省

- ・官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM) は、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) と二本立ての施策として、総合科学技術・イノベーション会議 (CSTI) の司令塔機能を強化するために、平成30年度予算にて創設 (100億円)。
- ・うち、国交省分は約29億円、i-Construction分は約22億円。

建設技術 (i-Construction) [約19億円]

施策内容	府省名	配分額(百万円)
【調査・測量・設計】レーザー測量の高度化、施工維持管理まで使用可能な3D設計システム開発	国交省	360
【施工・監督検査】無人工事現場実現に向けた建機の自動制御・群制御、施工データの3D化及び同データに基づく検査技術開発	国交省	1,420
【データ基盤】「インフラデータ・プラットフォーム」構築	国交省	110

インフラ維持管理技術[約3億円]

施策内容	府省名	配分額(百万円)
【維持管理】インフラデータのAI解析による要補修箇所早期検知・原因分析・補修に係る研究開発	国交省	322

防災・減災技術 [約7億円]

施策内容	府省名	配分額(百万円)
竜巻等の自動検知・進路予測システム開発	国交省	193
MPLレーダー:気象観測高度化	国交省	243
三次元レーザスキャナによる住宅被害(使用可否)判定システム開発	国交省	253

国土交通省分合計 約29億円

図—5 平成30年度のインフラ向け PRISM 予算の概要

恩恵を受ける可能性が高いのは、AIの開発者よりは施工者であろう。

今まで人間の力では把握することに手間と時間がかかったリアルタイムでの工程全体の進捗状況把握や、人間が現場に張り付いて緻密に行わなければならない工程分析などは、カメラ画像の処理に関してAIに動作分析を担ってもらうことなどで、多大な支援が受けられる余地がある。

部分的に実現されていく自動施工と並行して、ICT建設機械を最大限に活用する作業計画立案のためのシミュレーションや、熟練オペレータの施工方法の分析等が行いやすい環境が整うことで、そのようなAIとその活用に取り組む施工者こそが、既に実現しつつある現実的な建設現場の未来なのかもしれない。

デジタル空間の中に少しずつでも実現場を実現していき、生産的に施工段取りのシミュレーションや工程

検討などが出来る未来、いわゆる“建設現場のデジタルツイン”環境の実現に向け、このPRISMの動きなどをもきっかけに、各関係者間の協調と競争を推進する試行錯誤の取り組みが求められていると考えている。

JCM A

【筆者紹介】

小塚 清（こづか きよし）
国土交通省 国土技術政策総合研究所
社会資本マネジメント研究センター
社会資本施工高度化研究室
主任研究官

大槻 崇（おおつき たかし）
国土交通省 国土技術政策総合研究所
社会資本マネジメント研究センター
社会資本施工高度化研究室
主任研究官

